DIAGNOSTICO DE ESTABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITIRAPINA, UTILIZANDO DUAS TÉCNICAS DE INFERÊNCIA GEOGRÁFICA: BOOLEANO PONDERATIVO E PROCESSO HIERÁRQUICO ANALÍTICO

Marcos Roberto MARTINES[1]

RESUMO

Este trabalho é o resultado preliminar da minha dissertação de mestrado, desenvolvida no departamento de geografia. A dissertação compara dois diferentes métodos de inferência geográfica, aplicados na elaboração do panorama da estabilidade ambiental de uma determinada área, com a utilização de Sistemas de Informação Geográfica.

Esta pesquisa está sendo desenvolvida no Município de Itirapina no Estado de São Paulo, pois essa área apresenta características muito peculiares. Ela está inserida em uma região de proteção ambiental (APA) onde se encontra o contado da depressão periférica com cuestas basálticas, segundo Penteado (1976), a região de Itirapina, situa-se no contato da depressão periférica paulista; pode ser caracterizada por apresentar um relevo deprimido entre as escarpas mais avançadas da zona de cuestas delimitam a borda oriental dos derrames basálticos e o Planalto Cristalino Atlântico.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um mapa síntese através da aplicação de álgebras de mapas, apresentando o panorama ambiental do município de Itirapina, utilizando dois diferentes métodos de inferência geográfica: o Booleano Ponderativo e o Processo Analítico Hierárquico.

No estabelecimento dessa avaliação, foram considerados os seguintes fatores ambientais: Geologia, Pedologia, Declividade e Uso da Terra/Vegetação. Os resultados dessa pesquisa podem ser utilizados na tomada de decisões, permitindo a identificação das áreas em equilíbrio/desequilíbrio ambiental em função dos fatores considerados.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Foram seguidas as seguintes etapas para o desenvolvimento dessa pesquisa:

1 – Levantamento cartográfico e bibliográfico da área do estudo. Desse levantamento selecionou-se bases cartográficas analógicas e imagens digitais, que subsidiaram o desenvolvimento da banco de dados geográfico. Na Figura 1, estão discriminados todos os mapas e a imagem de satélite utilizada nesta pesquisa.

2- Elaboração do Banco de Dados Geográfico. Os mapas analógicos foram digitalizados e georeferenciados no R2V versão 4.0.1. e importados no Spring versão 4.1.1. Os mapas topográficos subsidiaram a elaboração do Modelo Numérico do Terreno possibilitando a construção do mapa de declividades.

[1] Universidade de São Paulo; marcos_martines@terra.com.br

Os mapas de geologia e pedologia, foram editados gerando mapas temáticos digitais da área. Para a elaboração do mapa da terra/vegetação foi utilizada a imagem de satélite 220/073 do Landsat bandas 3,4 e 5, e submetida ao processamento de imagem, classificação supervisionada, e posteriormente elaborou-se um mapa temático com as classes editadas.

Mapas Analógicos			
Tipo	**Descriminação**	**Elaboração**	**Escala**
Quadricula São Carlos SF-23-Y-A-I	Levantamento SemiDetalhado do Estado de São Paulo	Convênio Embrapa Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de SP Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária Instituto Agronômico Divisão de Solos Seção de Pedologia	1:100.000 1981
Folha Geológica de São Carlos SF-M.100	Geologia	Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo	1:100.000 1964
Carta do Brasil SF 23-Y-A-I-1	São Carlos Topográfico	Instituto Brasileiro de Geografia Departamento de Cartografia - IBGE	1:50.000 1971
Carta do Brasil SF-23-Y-A-I-2	Corumbataí Topográfico	Instituto Brasileiro de Geografia Departamento de Cartografia - IBGE	1:50.000 1971
Carta do Brasil SF-23-Y-A-I-3	Itirapina Topográfico	Instituto Brasileiro de Geografia Departamento de Cartografia - IBGE	1:50.000 1969
Carta do Brasil SF-23-Y-A-I-4	Rio Claro Topográfico	Instituto Brasileiro de Geografia Departamento de Cartografia - IBGE	1:50.000 1969

Imagem de Satelíte			
Tipo	**Orbita/ponto**	**Bandas**	**Data**
Landsat	220/073	3,4 e 5	23/02/2001

Figura 1 – Bases Analógicas e Digitais utilizadas na Pesquisa. Elaboração: Marcos R. Martines.

3. Análise e Interpretação dos Mapas Temáticos (declividades, geologia, solos e uso da terra/vegetação).

4. Determinação dos pesos de cada classe temática. Nesta etapa, foi elaborado um questionário que foi distribuído entre quinze (15) professores de diferentes universidades, com o objetivo de estabelecer o modelo numérico de cada tema. Os resultados foram processados e condencados pela média aritimética de cada tema.

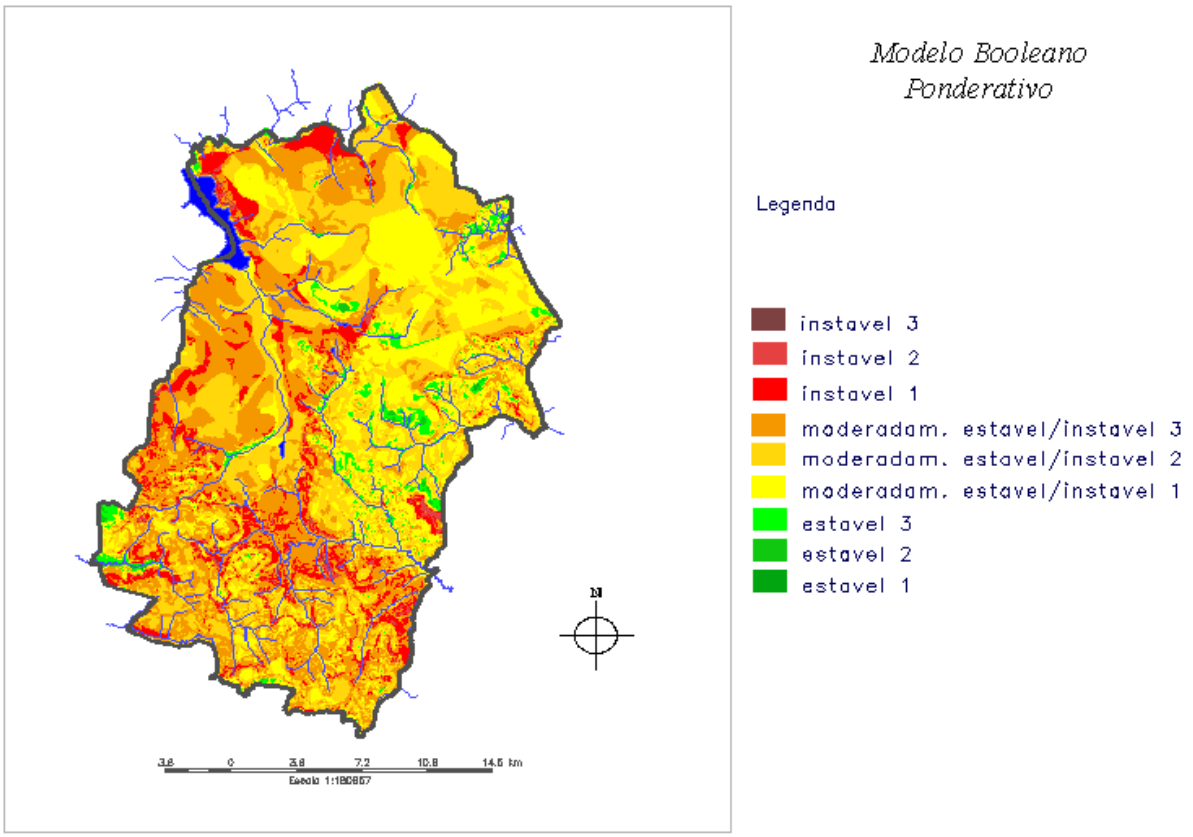
5. Inferência Geografia. Nesta etapa foram aplicadas as duas técnicas de inferência geografia: o Processo Hierárquico Analítico (Analytical Hierarchical Process – AHP) e o Booleano Ponderativo, tomando como base os modelos numéricos de classes construídos na etapa 3. Foram gerados dois mapas numéricos, resultado dos dois métodos aplicados. Optou-se pelo fatiamento em três (3) classes para os modelos numéricos obtidos, que foram subdivididos em nove (9) subgrupos para facilitar a interpretação e comparação dos resultados.(Figura 2)

Grupo	Sub-grupo
Instável	instavel 3 instavel 2 instavel 1
Moderadamente Estável/instável	moderadam. estavel/instavel 3 moderadam. estavel/instavel 2 moderadam. estavel/instavel 1
Estável	estavel 3 estavel 2 estavel 1

Figura 2 – Classes do Fatiamento do Modelo Numérico dos Métodos Aplicados

RESULTADOS

O processo e integração dos mapas temáticos/numéricos utilizando as duas técnicas (AHP e Booleano Ponderativo), geraram mapas sínteses que representam um panorama de estabilidade ambiental do município, segundo o modelo numérico de classes considerados nesta pesquisa, possibilitando uma visualização das áreas classificadas em equilíbrios/desequilíbrios. Na figura 3, são apresentados os mapas sínteses resultados dos duas técnicas aplicadas.



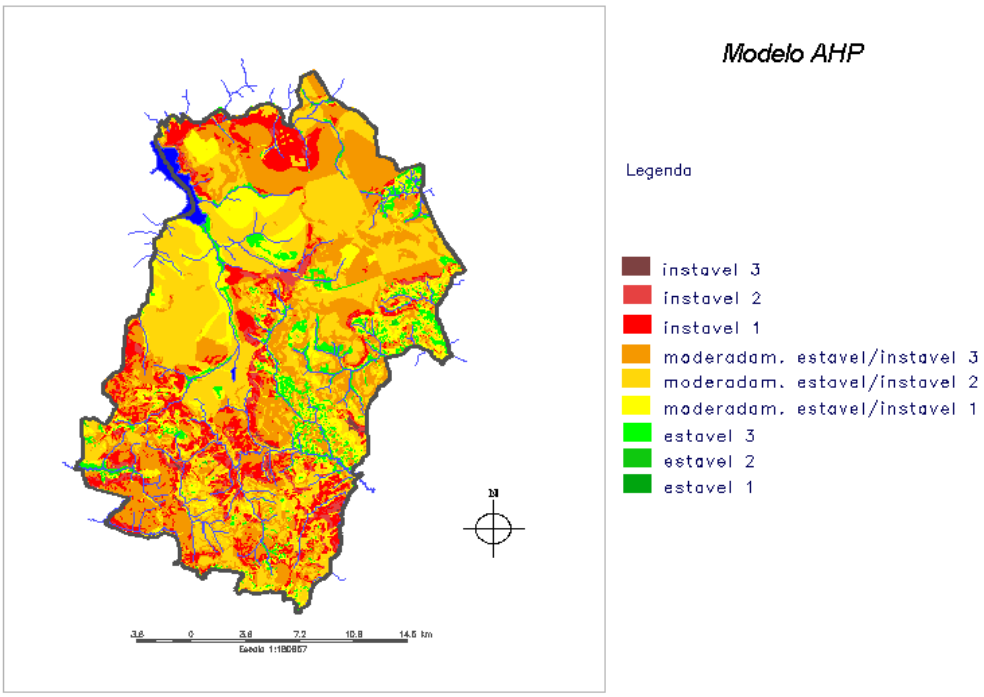


Figura 3 – Resultados da aplicação dos Métodos Booleano Ponderativo e AHP aplicado ao diagnóstico de estabilidade ambiental do Município de Itirapina.Elaboração: Marcos Roberto Martines

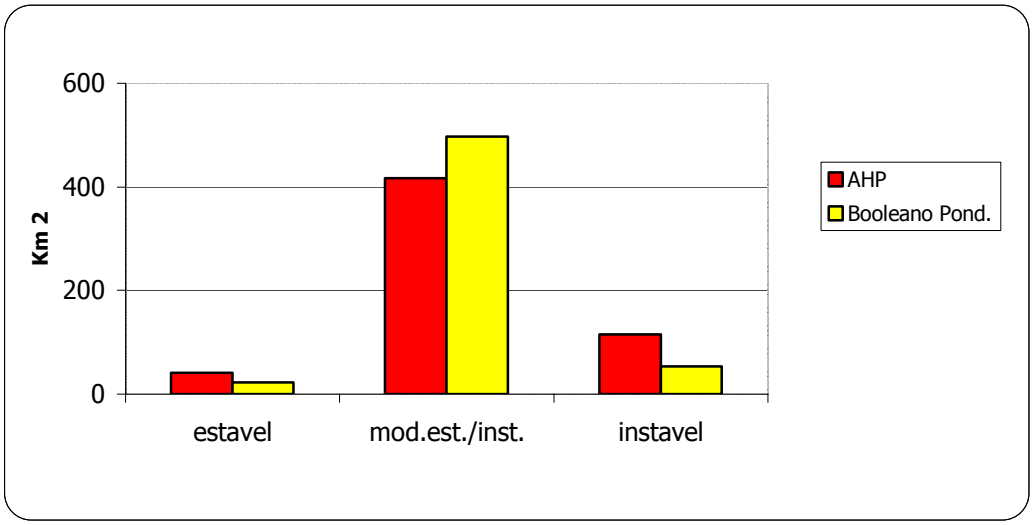
Essas técnicas de integração de diversos mapas temáticos são importantes, pois há dificuldade dos pesquisadores quando trabalham com muitas variáveis isoladamente. Com a efetuação da álgebra de mapas é possível combinar esses mapas e sintetiza-los, e possibiltar a identificão de áreas em equilíbrio/desequilíbrio ambiental com maior facilidade do que os métodos analógicos.

Na comparação dos resultados (Figura 3), o modelo AHP mostrou-se mais objetivo, pois sua metodologia possibilita a aplicação de pesos diferenciados para cada tema, em função da importância relativa; que é avaliada pelo pesquisador na construção da hierarquização, priorizando o objetivo a ser alcançado. Já o modelo Booleano Ponderativo, realiza uma soma linear dos modelos numéricos (mapas temáticos) e efetua uma ponderação em função da quantidade de temas envolvidos na álgebra, gerando uma média dos valores das classes para cada célula da matriz que compõe esse modelo. Essa ponderação pode suavizar as extremidades dos resultados, pois considera para todos os temas, o mesmo grau de importância.

O Gráfico 1, apresenta a comparação dos dois modelos, concentrando as amostas de área em três classes: instável, estável, moderadamente instável/estável. O modelo AHP, tem maior quantidade de área nas classes estável e instável do que o booleno, essas classes são as extremidades do modelo numérico, isso ocorre pois, o tema uso da terra/vegetação recebeu um peso diferenciado (hierarquização). Fatores como retirada da cobertura vegetal e diferentes tipos de utilização agrícola, influenciaram diretamente no resultado do modelo.

Por outro lado, no modelo Booleano, as amostras são maiores nas classes intermediárias, pois a ponderação dos temas suaviza a avaliação, no sentido de que aproxima as amostras do desvio padrão, concentrando uma maior quantidade de amostas de área na classe intermediária.

Gráfico 1 – Comparação da concentração das classes por área, em Km2, dos dois modelos aplicados.
Elaboração: Marcos Roberto Martines

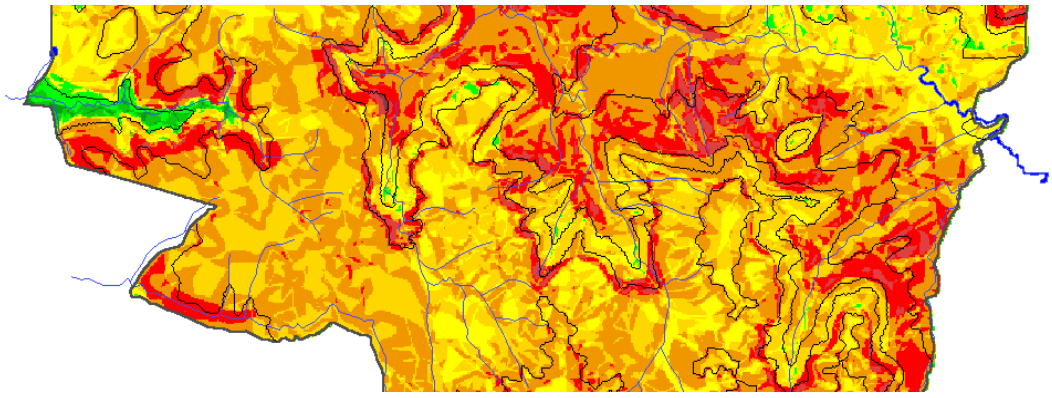


A Figura 4, ilustra a diferença entre esses dois métodos, destacando a área de cuestas do município. O Processo Hierárquico Analítico (AHP), possibilitou a identificação com mais clareza das áreas em desequilíbrio/equilíbrio, principalmente nesta área característica do município. A figura é composta por: um fatiamento de classes, o relevo destacado através do uso de isolinhas de cotas principais (intervalos de 100 metros) para facilitar a localização das cuestas basálticas, e ainda a rede de drenagem, ilustrando os processos de dissecação do relevo.

Na aplicação do AHP, a hierarquização dos temas priorizou o uso da terra/vegetação como sendo o fator mais determinante para a estabilidade/instabilidade, o solo e a declividade com o mesmo grau de importância e considerando a geologia como sendo a de menor importância para a construção desse panorama. Essa hierarquização tem como conseqüência a aplicação de pesos diferenciados sobre os modelos numéricos dos temas. Isso justifica a presença de manchas de áreas de instabilidade na cuesta, principalmente onde essas áreas sofreram a retirada da cobertura vegetal associadas a altas declividades, caracterizando áreas em possível desequilíbrio.

Ainda é possível observar que no modelo booleano ponderativo a cuesta ficou bem delimitada dentro do intervalo de classe moderadamente instável/estável, subgrupo 1, isso ocorreu pois essa área sofre forte influência da litogia, que na construção dos pesos foi classificada como muito estável, e assim modelando o modelo numérico para as classes intermediárias.

Modelo Booleano Ponderativo



Modelo AHP

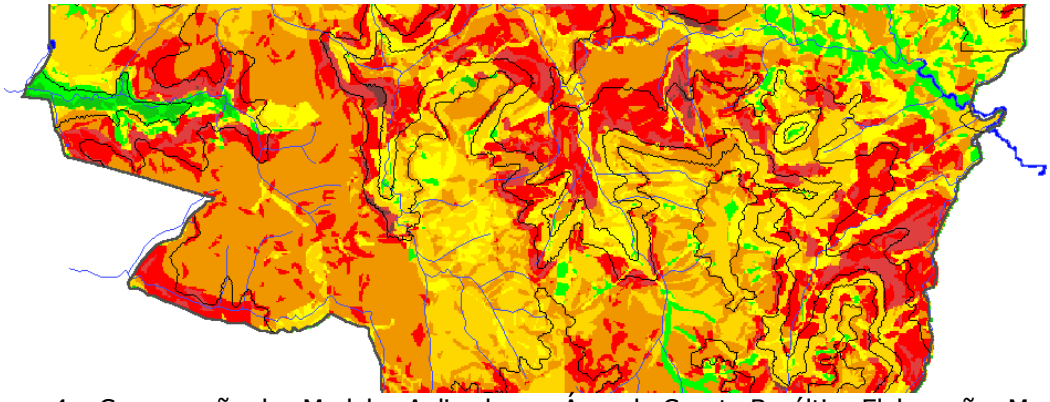


Figura 4 – Comparação dos Modelos Aplicados na Área de Cuesta Basáltica Elaboração: Marcos Roberto Martines

REFERÊNCIAS

BARBOSA, C.C.F.; CAMARA,G.; MEDEIROS, J.S.; CREPANI, E.; NOVO, E.M.L.M. ;CORDEIRO, J.P.C. Operadores Zonais em Álgebra de Mapas e Sua Aplicação a Zoneamento Ecológico-Econômico. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Bahia, 1998. Anais, INPE, 1998 (em CD-ROM).

CÂMARA G; ORTIZ, M.J. Sistema de Informação Geográfica para aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma visão Geral. In: Souza e Silva, M., "Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento, INPE, 2001.

PENTEADO, MM. Geomorfologia do setor centro-oeste da depressão periférica paulista. Tese (doutoramento) geografia física - faculdade de filosofia, ciências e letras de rio claro (1968).

SAATY, Thomas L. Método de Análise Hierárquica. São Paulo: Markron, 1991.

SPRING: Intergrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling Câmara G, Souza RCM. Freitas UM, Garrido J Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.